



REC'D 25 NOV 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 48 290.3

Anmeldetag: 17. Oktober 2003

Anmelder/Inhaber: MTU Aero Engines GmbH, 80995 München/DE

Bezeichnung: Dichtungsanordnung für eine Gasturbine

IPC: F 01 D 11/12

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 29. Oktober 2004.
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Hoß



Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung für eine Gasturbine.

- 5 Die Dichtungsanordnung dient der Abdichtung eines Spalts (19) zwischen radial innenliegenden Enden (18) von Leitschaufeln (16) eines Leitschaufelkranzes (15) und einem Rotor (12), wobei der Rotor (12) mindestens zwei in Umfangsrichtung des Rotors (12) verlaufende, mit axialem Abstand zueinander positionierte Dichtungsvorsprünge (25, 26) aufweist, die in Kombination mit den radial innenliegenden Enden (18) der Leitschaufeln (16) zugeordneten Einlaufbelägen (27, 28) eine Abdichtung des Spalts (19) bewirken.

- 15 Erfindungsgemäß sind die Dichtungsvorsprünge (25, 26) in axialer Richtung zu einer Seite höheren Drucks hin geneigt bzw. schräggestellt, wobei in einem von den mindestens zwei Dichtungsvorsprüngen (25, 26) und den entsprechenden Einlaufbelägen (27, 28) begrenzten Raum (29) mindestens eine Rezirkulationsstruktur (30) angeordnet ist, und wobei die oder jede Rezirkulationsstruktur (30) auf die Seite höheren Drucks hin ausgerichtet ist.

- 20 (Fig. 1)

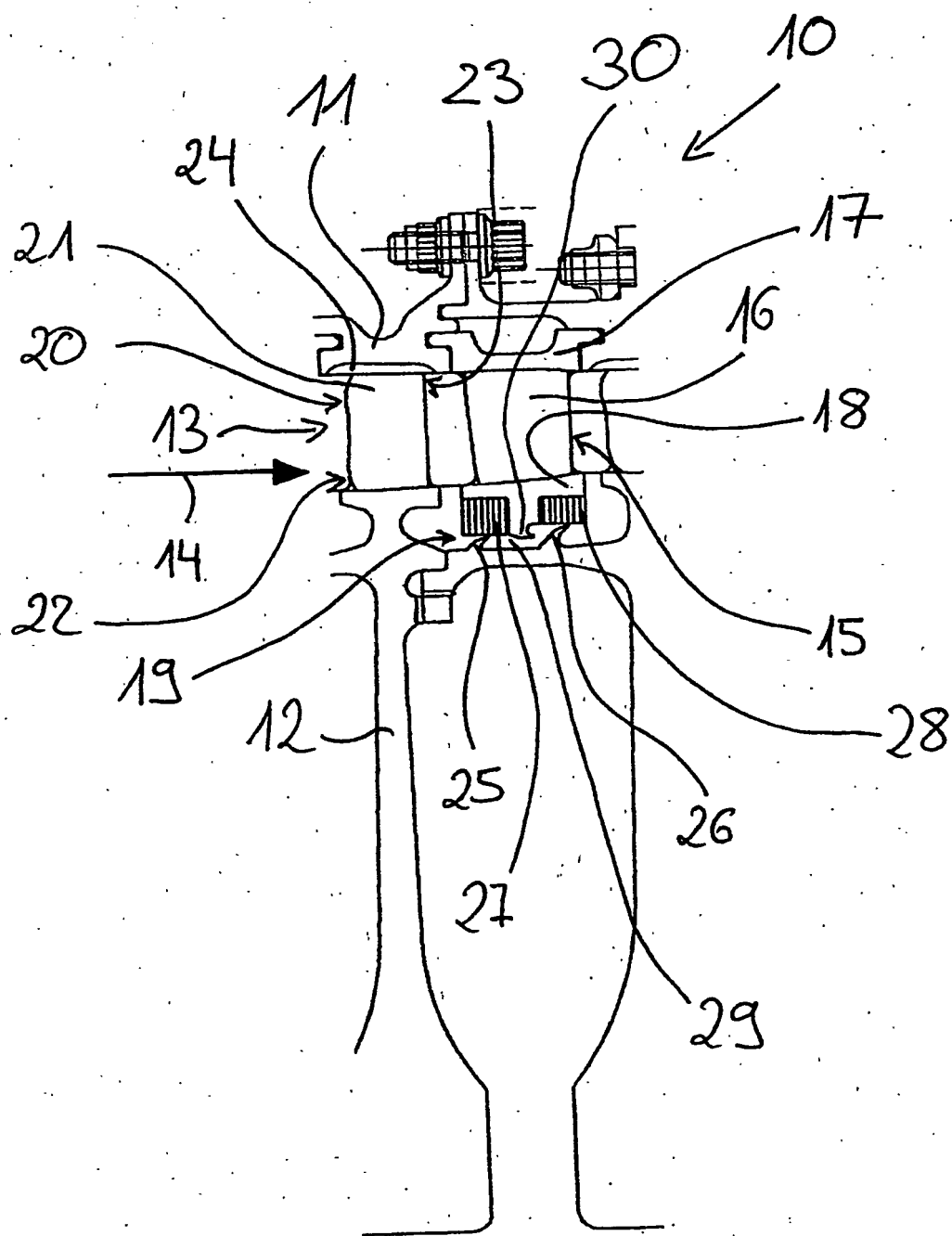


Fig 1

Dichtungsanordnung für eine Gasturbine

Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung für eine Gasturbine nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

5

Gasturbinen bestehen aus mehreren Baugruppen, so zum Beispiel unter anderem aus einem Lüfter (Fan), einer Brennkammer, vorzugsweise mehreren Verdichtern sowie mehreren Turbinen. Bei den vorzugsweise mehreren Turbinen handelt es sich insbesondere um eine Hochdruckturbine sowie eine Niederdruckturbine, bei den
10 mehreren Verdichtern insbesondere um einen Hochendruckverdichter sowie Niederdruckverdichter.

In einer Turbine sowie einem Verdichter einer Gasturbine sind in axialer Richtung bzw. in Durchströmungsrichtung der Gasturbine hintereinander mehrere Leitschaufelkränze positioniert, wobei jeder Leitschaufelkranz mehrere, über den Umfang verteilt angeordnete Leitschaufeln aufweist. Zwischen jeweils zwei benachbarten Leitschaufelkränzen ist jeweils ein Laufschaufelkranz positioniert, der mehrere Laufschaufeln aufweist. Die Laufschaufeln sind einem Rotor zugeordnet und rotieren zusammen mit dem Rotor gegenüber einem feststehenden Gehäuse sowie den ebenfalls feststehend ausgebildeten Leitschaufeln der Leitschaufelkränze.
20

Zur Optimierung des Wirkungsgrads einer Gasturbine müssen Leckagen einerseits zwischen den rotierenden Laufschaufeln und dem feststehenden Gehäuse und andererseits zwischen den feststehenden Leitschaufeln und dem Rotor durch effektive Dichtungssysteme vermieden werden. So ist es aus dem Stand der Technik bereits
25 bekannt, zur Abdichtung eines Spalts zwischen den radial außenliegenden Enden der Laufschaufeln und dem feststehenden Gehäuse spezielle Einlaufbeläge zu verwenden, wobei die Einlaufbeläge auf dem feststehenden Gehäuse aufgebracht sind, um ein verschleißfreies Anstreifen der radial außenliegenden Enden der rotierenden Laufschaufeln in den Einlaufbelag zu ermöglichen. Des weiteren sind aus dem Stand
30 der Technik Dichtungsanordnungen bekannt, die der Abdichtung eines Spalts zwischen den radial innenliegenden Enden der feststehenden Leitschaufeln und dem Rotor der Gasturbine dienen, wobei diese Dichtungsanordnungen derart ausgestaltet

sind, dass der Rotor mindestens zwei in Umfangsrichtung des Rotors verlaufende, mit axialem Abstand zueinander positionierte Dichtungsvorsprünge aufweist, die mit Einlaufbelägen zusammenwirken, die den radial innenliegenden Enden der feststehenden Leitschaufeln zugeordnet sind.

5

Die hier vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung zur Abdichtung des Spalts zwischen radial innenliegenden Enden der Leitschaufeln eines Leitschaufelkranzes und einem Rotor der Gasturbine.

10 Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine neuartige Dichtungsanordnung für eine Gasturbine zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die eingangs genannte Dichtungsanordnung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist. Erfindungsgemäß sind die Dichtungsvorsprünge in axialer Richtung zu
15 einer Seite höheren Drucks hin geneigt bzw. schräggestellt, wobei in einem von den mindestens zwei Dichtungsvorsprüngen und den entsprechenden Einlaufbelägen begrenzten Raum mindestens eine Rezirkulationsstruktur angeordnet ist, und wobei die oder jede Rezirkulationsstruktur auf die Seite höheren Drucks hin ausgerichtet
20 ist.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Dichtungsvorsprünge als Dichtfins und die Einlaufbeläge als Wabenstrukturen ausgebildet.

25 Vorzugsweise weisen die mit einem Leitschaufelkranz zusammenwirkenden Dichtungsvorsprünge und die entsprechenden Einlaufbeläge des Leitschaufelkranzes unterschiedliche Radien auf, wobei Außenradien der Dichtungsvorsprünge sowie Innenradien der Einlaufbeläge in Richtung auf die Seite höheren Drucks hin zunehmen bzw. größer werden.

30

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1: einen Teillängsschnitt durch einen Verdichter in Axialbauweise im Bereich eines Leitschaufelkranzes zur Verdeutlichung der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung.

Nachfolgend wird die hier vorliegende Erfindung unter Bezugnahme auf Fig. 1 in größerem Detail beschrieben.

Fig. 1 zeigt einen schematisierten Querschnitt durch einen Verdichter 10 einer Gasturbine mit einem feststehenden Gehäuse 11 und einem gegenüber dem feststehenden Gehäuse 11 rotierenden Rotor 12, wobei das feststehende Gehäuse 11 sowie der Rotor 12 einen Hauptströmungskanal 13 begrenzen. Die Durchströmungsrichtung des Hauptströmungskanals 13 ist in Fig. 1 durch einen Pfeil 14 visualisiert.

Im Hauptströmungskanal 13 sind in axialer Richtung bzw. in Durchströmungsrichtung hintereinander mehrere feststehende Leitschaufelkränze 15 angeordnet, wobei Fig. 1 lediglich einen derartigen Leitschaufelkranz 15 zeigt. Jeder Leitschaufelkranz 15 wird durch mehrere Leitschaufeln 16 gebildet, die an einer axialen Position des Verdichters 10 in Umfangsrichtung desselben um den Rotor 12 herum angeordnet sind. Die feststehenden Leitschaufeln 16 sind mit einem radial außenliegenden Ende 17 in das Gehäuse 11 integriert. Zwischen einem dem radial außenliegenden Ende 17 gegenüberliegenden, radial innenliegenden Ende 18 der Leitschaufeln 16 und dem Rotor 12 ist ein Spalt 19 ausgebildet.

Zwischen zwei benachbarten, feststehenden Leitschaufelkränzen 15 ist jeweils ein Laufschaufelkranz angeordnet. Fig. 1 zeigt einen derartigen Laufschaufelkranz 20, der aus mehreren Laufschaufeln 21 gebildet ist, die mit einem radial innenliegenden Ende 22 am Rotor 12 befestigt sind. Zwischen einem radial außenliegenden Ende 23 der Laufschaufeln 21 und dem Gehäuse 11 des Verdichters 10 ist wiederum ein Spalt ausgebildet. Zur Abdichtung dieses radialen Spalts zwischen den radial außenliegenden Enden 23 der rotierenden Laufschaufeln 20 und dem feststehenden Ge-

hause 11 ist dem Gehäuse 11 ein sogenannter Einlaufbelag 24 zugeordnet, der ein verschleißarmes Anstreifen der radial außenliegenden Enden 23 der Laufschaufeln 21 in das Gehäuse 11 des Verdichters 10 ermöglicht.

5 Die hier vorliegende Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung zur Abdichtung des Spalts 19 zwischen den radial innenliegenden Enden 18 der feststehenden Leitschaufeln 16 eines Leitschaufelkranzes 15 und dem Rotor 12 des Verdichters 10. Im gezeigten, bevorzugten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 umfasst diese Dichtungsanordnung zwei dem Rotor 12 zugeordnete Dichtungsvorsprünge 25 und 26. Es können auch mehr als zwei Dichtungsvorsprünge vorhanden sein. Die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 sind als sogenannte Dichtfins ausgebildet und in axialer Richtung des Verdichters 10 voneinander beabstandet. Die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 erstrecken sich über den gesamten Umfang des Rotors 12, sind also in Umfangsrichtung geschlossen. Die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 wirken mit Einlaufbelägen 27 und 28 zusammen. Die Einlaufbeläge 27 und 28 sind den radial innenliegenden Enden 18 der feststehenden Leitschaufeln 16 zugeordnet, nämlich in die als Plattform ausgebildeten, radial innenliegenden Enden 18 der Leitschaufeln 16 integriert. Die Einlaufbeläge 27 und 28 sind demnach feststehend ausgebildet und die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 rotieren zusammen mit dem Rotor 12 gegenüber den feststehenden Einlaufbelägen 27 und 28. Die Einlaufbeläge 27 und 28 sind vorzugsweise als Wabendichtungen ausgeführt, wobei Waben dieser Wabenstrukturen in Richtung auf die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 offen ausgeführt sind.

Bei dem in Fig. 1 dargestellten Verdichter 10 einer Gasturbine nimmt in Durchströmungsrichtung (Pfeil 14) der Gasdruck innerhalb des Verdichters zu. Im Sinne der hier vorliegenden Erfindung sind die Dichtungsvorsprünge 25 und 26, die - wie bereits erwähnt - als Dichtfins ausgebildet sind, in axialer Richtung zu einer Seite höheren Gasdrucks hin geneigt bzw. schräggestellt. Dies kann Fig. 1 entnommen werden. So zeigt Fig. 1, dass die Durchströmungsrichtung des Hauptströmungskanal 13 des Verdichters 10 von links nach rechts verläuft, also ein Gasdruck auf der rechten Seite der Leitschaufeln 16 höher ist als auf der linken Seite derselben. Die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 sind mit ihren Spitzen zur rechten Seite hin, also zu der Seite

höheren Gasdrucks hin, geneigt. Hierdurch wird die Dichtwirkung der Dichtungsvorsprünge 25 und 26 optimiert.

Weiterhin ist erfindungsgemäß in einem von den Dichtungsvorsprüngen 25 und 26 sowie den korrespondierenden Einlaufbelägen 27 und 28 begrenzten Raum 29 eine Rezirkulationsstruktur 30 angeordnet. Die Rezirkulationsstruktur 30 ist dabei in das radial innenliegende Ende 18 der Leitschaufeln 16 des Leitschaufelkranzes 15 integriert, wobei die radial innenliegenden Enden 18 als Plattform der Leitschaufeln 16 ausgeführt sind. Die Einlaufbeläge 27 und 28, die ebenfalls dem radial innenliegenden Ende 18 der Leitschaufeln 16 zugeordnet sind, sind gemäß Fig. 1 zu beiden Seiten der Rezirkulationsstruktur 30 angeordnet. Es liegt im Sinne der hier vorliegenden Erfindung, dass die Rezirkulationsstruktur 30 ebenso wie die Dichtungsvorsprünge 25 und 26 auf die Seite höheren Gasdrucks hin ausgerichtet ist. Durch die Integration einer derart ausgebildeten Rezirkulationsstruktur 30 in die Dichtungsanordnung aus Dichtungsvorsprüngen 25 und 26 sowie korrespondierenden Einlaufbelägen 27 und 28 wird die Dichtwirkung nochmals optimiert.

Wie Fig. 1 entnommen werden kann, verfügen die beiden Dichtungsvorsprünge 25 und 26 sowie die beiden mit den Dichtungsvorsprüngen 25 und 26 zusammenwirkenden Einlaufbeläge 27 und 28 über abgestufte Radien. Der in Strömungsrichtung (Pfeil 14) stromabwärts liegende Dichtungsvorsprung 26, der bei einem Verdichter demnach auf der Seite höheren Gasdrucks angeordnet ist wie der stromaufwärts liegende Dichtungsvorsprung 25, verfügt über einen gegenüber dem stromaufwärts liegenden Dichtungsvorsprung 25 vergrößerten Außenradius. Demzufolge verfügt auch der mit dem stromabwärts liegenden Dichtungsvorsprung 26 zusammenwirkende Einlaufbelag 28 über einen größeren Innendurchmesser als der mit dem stromaufwärts liegenden Dichtungsvorsprung 25 zusammenwirkende Einlaufbelag 27. Die Rezirkulationsstruktur 30 ragt über den stromabwärts angeordneten Einlaufbelag 28 radial hervor.

Obwohl, wie bereits erwähnt, in der schematisierten Darstellung gemäß Fig. 1 lediglich ein Leitschaufelkranz 15 gezeigt ist, sind in dem Verdichter 10 in axialer Richtung mehrere derartige Leitschaufelkränze hintereinander positioniert. Im Bereich

jedes Leitschaufelkranzes kann dabei eine wie oben beschriebene Dichtungsanordnung zur Abdichtung des radialen Spalts 19 zwischen den radial innenliegenden Enden 18 der feststehenden Leitschaufeln und dem Rotor 12 angeordnet sein.

- 5 Die hier vorliegende Erfindung findet bevorzugt Verwendung zur Reduzierung der Leakage in den sogenannten Statorwell-Cavities von Hochdruckverdichtern eines Flugtriebwerks. Obwohl die Verwendung bei Hochdruckverdichtern in Flugtriebwerken bevorzugt ist, kann die erfindungsgemäße Dichtungsanordnung auch in den Turbinen von Flugtriebwerken oder auch in stationären Gasturbinen Verwendung finden.

Bezugszeichenliste

	10	Verdichter
	11	Gehäuse
5	12	Rotor
	13	Hauptströmungskanal
	14	Pfeil
	15	Leitschaufelkranz
	16	Leitschaufel
10	17	Ende
	18	Ende
	19	Spalt
	20	Laufschaukelkranz
	21	Laufschaukel
15	22	Ende
	23	Ende
	24	Einlaufbelag
	25	Dichtungsvorsprünge
	26	Dichtungsvorsprünge
20	27	Einlaufbelag
	28	Einlaufbelag
	29	Raum
	30	Rezirkulationsstruktur

Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung für eine Gasturbine, insbesondere für einen Verdichter eines Flugtriebwerks, zur Abdichtung eines Spalts (19) zwischen radial innenliegenden Enden (18) von Leitschaufeln (16) eines Leitschaufelkranzes (15) und einem Rotor (12), wobei der Rotor (12) mindestens zwei in Umfangsrichtung des Rotors (12) verlaufende, mit axialem Abstand zueinander positionierte Dichtungsvorsprünge (25, 26) aufweist, die in Kombination mit den radial innenliegenden Enden (18) der Leitschaufeln (16) zugeordneten Einlaufbelägen (27, 28) eine Abdichtung des Spalts (19) bewirken, **dadurch gekennzeichnet, dass:**
- a) die Dichtungsvorsprünge (25, 26) in axialer Richtung zu einer Seite höheren Drucks hin geneigt bzw. schräggestellt sind,
 - b) in einem von den mindestens zwei Dichtungsvorsprüngen (25, 26) und den entsprechenden Einlaufbelägen (27, 28) begrenzten Raum (29) mindestens eine Rezirkulationsstruktur (30) angeordnet ist, wobei die oder jede Rezirkulationsstruktur (30) auf die Seite höheren Drucks hin ausgerichtet ist.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die oder jede Rezirkulationsstruktur (30) in eine radial innenliegende Plattform der Leitschaufeln (16) des Leitschaufelkranzes (15) integriert ist.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsvorsprünge (25, 26) als Dichtfins ausgebildet sind.
4. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlaufbeläge (27, 28) als Wabenstrukturen ausgebildet sind.
5. Dichtungsanordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** Waben der Wabenstrukturen in Richtung auf die Dichtungsvorsprünge (25, 26) offen ausgebildet sind.

6. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **durch gekennzeichnet, dass** die mit einem Leitschaufelkranz zusammenwirkenden Dichtungsvorsprünge (25, 26) und die entsprechenden Einlaufbeläge (27, 28) des Leitschaufelkranzes (15) unterschiedliche Radien aufweisen, wobei Außenradien der Dichtungsvorsprünge (25, 26) sowie Innenradien der Einlaufbeläge (27, 28) in Richtung auf die Seite höheren Drucks hin zunehmen bzw. größer werden.
7. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, **durch gekennzeichnet, dass** die innerhalb eines Hauptströmungskanals (13) angeordneten Leitschaufeln (16) in axialer Richtung des Hauptströmungskanals (13) hintereinander angeordnete Leitschaufelkränze (15) bilden, wobei zwischen jeweils zwei benachbarten Leitschaufelkränzen (15) jeweils ein Laufschaufelkranz (20) angeordnet ist, und wobei im Bereich jedes Leitschaufelkranzes (15) ein Spalt (19) zwischen den Leitschaufeln (16) und einem Rotor (12) durch mindestens zwei in Umfangsrichtung des Rotors (12) verlaufende, mit axialem Abstand zueinander positionierte Dichtungsvorsprünge (25, 26), die mit den radial innenliegenden Enden (18) der Leitschaufeln (16) zugeordneten Einlaufbelägen (27, 28) zusammenwirken, abgedichtet ist.
8. Dichtungsanordnung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich jedes Leitschaufelkranzes (15) die Dichtungsvorsprünge (25, 26) in axialer Richtung zu einer Seite höheren Drucks hin geneigt bzw. schräggestellt sind.
9. Dichtungsanordnung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich jedes Leitschaufelkranzes (15) in den von den mindestens zwei Dichtungsvorsprüngen (25, 26) und den entsprechenden Einlaufbelägen (27, 28) begrenzten Raum (29) mindestens eine Rezirkulationsstruktur (30) angeordnet ist, wobei die oder jede Rezirkulationsstruktur (30) auf die Seite höheren Drucks hin ausgerichtet ist.

10. Turboverdichter in Axialbauweise und/oder Diagonalbauweise und/oder Radialbauweise, mit einer Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9.

5

11. Flugtriebwerk, mit einem Turboverdichter nach Anspruch 10.

12. Stationäre Gasturbine, mit einem Turboverdichter nach Anspruch 10.

10

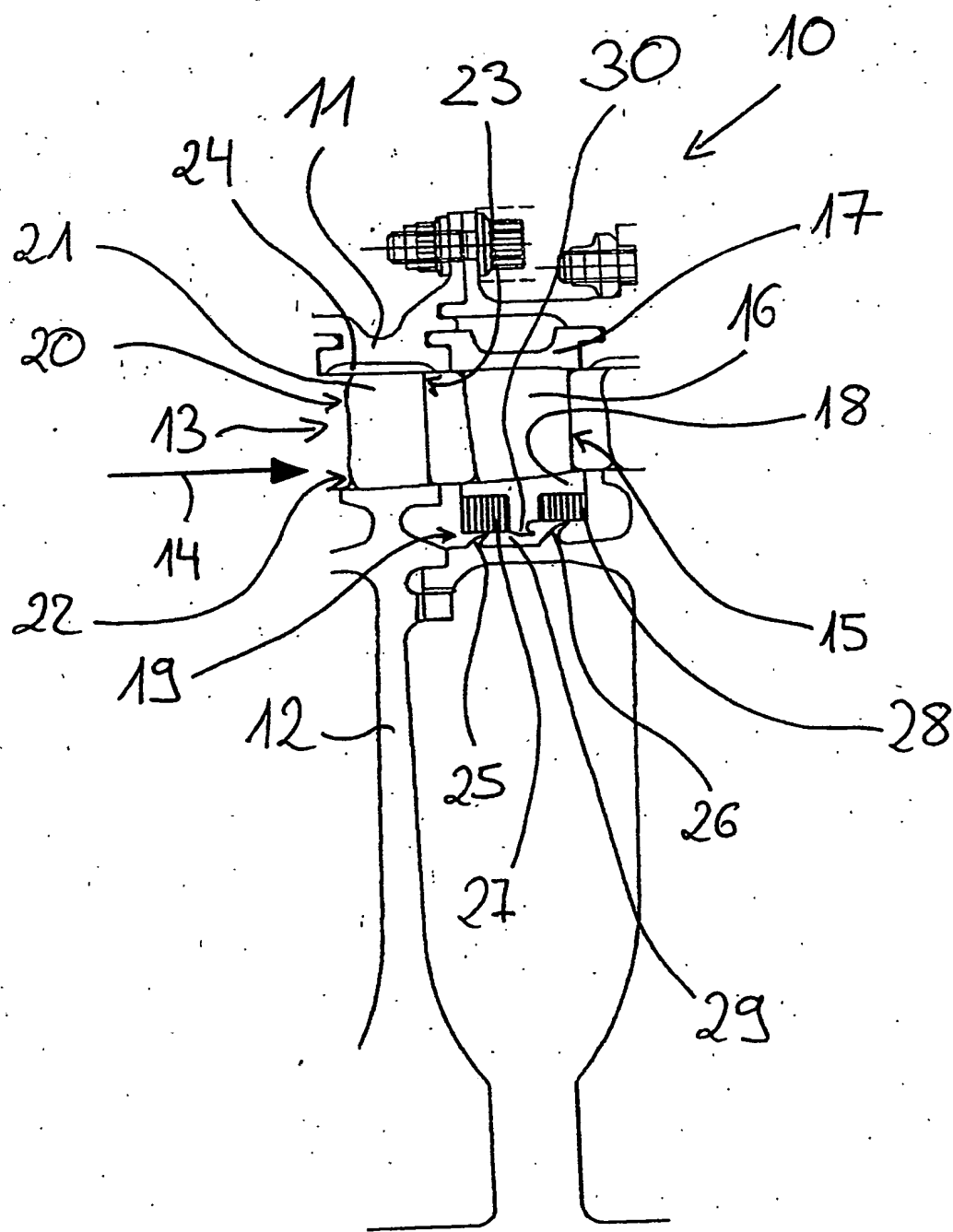


Fig. 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.